

LAPORAN AKHIR
Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (U)



**PENGEMBANGAN TEKNIK KONDENSASI DAN
SEPARASI PADA PROSES PENYULINGAN MINYAK
ATSIRI RAKYAT YANG MERUPAKAN INDUSTRI
AGROFORESTRY UNGGULAN UNIVERSITAS**

Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun

Prof.Dr.Ir.Chandrawati Cahyani,MS

0004055205

Prof.Dr.Ir.Pratikto, MMT.

0010114603

Kartika Puspa Negara,ST.,MT

0008098402

Dibiayai oleh :

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Melalui DIPA Universitas Brawijaya

Nomor : DIPA-023.04.2.414989/2013, Tanggal 5 Desember 2012, dan berdasarkan SK

Rektor Universitas Brawijaya Nomor : 153/SK/2013 tanggal 28 Maret 2013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
NOPEMBER 2013
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENGEMBANGAN TEKNIK KONDENSASI DAN SEPARASI
PADA PROSES PENYULINGAN MINYAK ATSIRI RAKYAT
YANG MERUPAKAN INDUSTRI AGROFORESTRY
UNGGULAN UNIVERSITAS

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Prof.Dr.Ir.Chandrawati Cahyani, MS.
NIDN : 0004055205
Jabatan Fungsional : Guru Besar
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 08123301368
Alamat surel (e-mail) : ccahyani@ub.ac.id / ccahyani@yahoo.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : Prof.Dr.Ir.Pratikto, MMT.
NIDN : 0010114603
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (2)

Nama Lengkap : Kartika Puspa Negara,ST.,MT
NIDN : 0008098402
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (ke n)


Nama Lengkap : -
NIDN : -
Perguruan Tinggi : -
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -

Malang, 22 Nopember 2013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS.
NIP. 19581126 198609 1 001



Prof.Dr.Ir.Chandrawati Cahyani,MS
NIP. 19520504 198002 2 001

Menyetujui,
Pj. Ketua LPPM UB



(Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS.)
NIP/NIK 195305141980022001



Tahun Pelaksanaan	:	Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan	:	Rp. 295.000.000
Biaya Keseluruhan	:	Rp. 945.000.000

ABSTRAK

Penyulingan daun nilam merupakan proses yang membutuhkan kajian ilmiah karena prosesnya yang sangat kompleks. Proses yang terlibat terdiri dari tiga tahap yaitu penyulingan (distilasi), pengembunan (kondensasi) dan pemisahan minyak nilam dari campurannya (separasi). Kondensasi merupakan salah satu parameter penting karena kondensasi yang tepat akan mencegah terdekomposisinya senyawa aktif minyak nilam (*patchoulie alcohol*) serta berkaitan dengan kebutuhan energi karena melibatkan air pendingin.

Oleh karena itu, penelitian di tahun pertama ini bertujuan untuk mendesain dan konstruksi kondensor dalam kondensasi campuran uap minyak nilam-air. Tahap awal dilakukan eksperimen laboratorium untuk menentukan temperatur optimum pemisahan minyak nilam-air yang ditinjau berdasarkan nilai turbiditas air hasil pemisahan minyak nilam-air. Nilai turbiditas di kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi minyak dalam fasa air. Hasilnya adalah pemisahan optimum terjadi pada temperatur 60 °C.

Desain kondensor didasarkan pada model aliran uap. Kondensor terdiri dari 9 pipa dengan diameter 1,5 inci dimana panjang pipa adalah 3,6 meter dan jarak antar pipa adalah 25 cm. Setiap pipa dihubungkan satu sama lain sehingga beban kondensor menjadi merata. Posisi pipa dibuat miring agar uap yang telah terkondensasi dapat mengalir secara gravitasi dan keluar sebagai kondensat pada outlet. Untuk menjaga temperatur kondensat pada 60 °C maka di pasang kontrol temperatur pada outlet yang dihubungkan dengan pompa sirkulasi.

Hal yang di evaluasi untuk menguji performa kondensor adalah konsentrasi minyak nilam dalam air kondensat, rendemen dan warna minyak yang dihasilkan. Data-data ini dibandingkan dengan data hasil penyulingan menggunakan kondensor di lapang yang ada di Desa Kesamben, Kabupaten Blitar.

Uji coba kondensor menunjukkan konsentrasi rata-rata minyak nilam dalam air dengan pendinginan 60°C lebih rendah dibandingkan pendinginan sampai temperatur ruang baik menggunakan daun dengan umur 2 maupun 8 bulan. Namun umur daun yang lebih tua menghasilkan air kondensat yang lebih jernih dibandingkan dengan daun segar. Pengaruh terhadap rendemen juga membuktikan bahwa pada umur yang sama, pendinginan pada temperatur 60 °C memberikan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendinginan pada temperatur ruang. Rendemen tertinggi sebesar 2,3 ml minyak nilam/gr daun kering pada umur daun 2 bulan dan 2,5 ml minyak nilam/gr daun kering pada daun umur 8 bulan. Selain itu diketahui pula, rendemen minyak yang diperoleh relatif lebih tinggi pada umur daun yang lebih tua yaitu 2,5 ml minyak nilam/gr daun kering menggunakan kondensor desain dan 2,1 ml minyak nilam/gr daun kering menggunakan kondensor lapang. Jika ditinjau dari warna minyak, terlihat bahwa warna minyak pada pendinginan temperatur 60 °C lebih jernih sedangkan pendinginan temperatur ruang menghasilkan minyak lebih keruh yang mengindikasikan adanya pengotor.

Kata kunci: kondensor, minyak nilam, rendemen, turbiditas, warna minyak

ABSTRACT

Distillation of patchouli leaves is a process that require scientific study because of the complexity of the process. The process consists of three stages, namely distillation, condensation and separation of oil from its mixture. Condensation is one of the important parameter because the proper condensation will prevent decomposition of active compounds of Patchouli Oil (Patchouli Alcohol) and it relates to energy requirement because it involves the cooling water.

Therefore , this study (in the first year) aims to design and construction of condenser to condense patchouli oil - water vapor mixture. Laboratory experiment conducted as an initial step to determine the optimum temperature of patchouli oil - water separation that evaluated based on the value of the water turbidity. Turbidity calibration aims to determine the oil concentration in the water phase. The result is optimum separation occurred at a temperature of 60 °C.

Condenser design is based on the steam flow model. Condenser consist of nine 1.5 inch diameter pipe where the pipe is 3.6 meters long and the distance between the pipe is 25 cm. Each pipe connected to one another so that the condenser load to be evenly distributed. Pipes were made in oblique position so that condensed steam can flow by gravity and out as condensate at the outlet . To keep the condensate temperature at 60 °C, temperature control installed at the outlet pipe that connected to the circulation pump.

Patchouli oil concentration in the water condensate, oil yield and oil color evaluated to know the performance of condenser. These data are compared to the distillation result using condenser in Desa Kesamben, Blitar.

Experiment results showed that an average concentration of patchouli oil in water at 60 °C is lower than at room temperature, for leaves with age 2 months as well as 8 months. But dry leaves produce condensate water was clearer than the fresh leaves. The effect on yield is also proved that at the same of leaves age, cooling at 60 °C gave higher yield compared to cooling at room temperature. The highest yield is 2.3 ml of patchouli oil/g dry leaves on leaves age 2 months and 2.5 ml of patchouli oil / g dry leaves on leaves age of 8 months. Oil yield obtained relatively higher in the dry leaves of 2.5 ml of patchouli oil/g dry leaves using designed condenser and 2.1 ml of patchouli oil / g dry leaves using field condenser. For color of the oil, it appears that the color of the oil at 60 °C was clearer than at room temperature. Cooling at room temperature produce more turbid oil which indicate impurities.

Keywords : condenser , patchouli oil , yield , turbidity , color oil

RINGKASAN

Praktek penyulingan daun nilam yang ada di masyarakat saat ini pada umumnya masih sangat konvensional. Padahal proses penyulingan (distilasi) merupakan proses yang sangat kompleks yang memerlukan kajian ilmiah untuk menghasilkan suatu proses optimal. Dengan potensi Indonesia sebagai pemasok terbesar kebutuhan minyak nilam dunia maka sudah selayaknya praktek penyulingan yang ada di masyarakat saat ini perlu dilandasi dengan suatu teknologi yang teruji secara ilmiah.

Proses penyulingan uap daun nilam terdiri dari tiga proses yaitu proses distilasi, pengembunan (kondensasi) dan pemisahan minyak dari campurannya (separasi). Kondisi operasi pada kondensasi merupakan salah satu parameter penting untuk mencegah terdekomposisinya *patchoulie alcohol* sebagai senyawa aktif minyak nilam. Selain itu, proses kondensasi juga membutuhkan air pendingin yang memerlukan sejumlah energi sehingga tinjauan terhadap kondensasi optimum perlu dilakukan karena berkaitan dengan biaya produksi. Dalam praktek di masyarakat, kondensasi dilakukan sampai temperatur kondensatnya mencapai temperatur ruang.

Oleh karena itu, penelitian di tahun pertama ini bertujuan untuk melakukan desain dan konstruksi kondensor dalam kondensasi campuran uap minyak nilam-air. Data-data eksperimen laboratorium berupa temperatur optimum pemisahan minyak nilam-air dijadikan dasar untuk menentukan temperatur kondensat yang keluar kondensor. Temperatur optimum ditentukan berdasarkan temperatur yang memberikan nilai turbiditas paling rendah pada air hasil pemisahan campuran minyak nilam-air. Nilai turbiditas di kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi minyak dalam fasa air. Untuk mengetahui performa kondensor yang di desain, maka beberapa hal yang ditinjau adalah konsentrasi minyak nilam dalam air kondensat, rendemen dan warna minyak yang dihasilkan. Data-data ini dibandingkan dengan data lapang hasil penyulingan masyarakat yang ada di Desa Kesamben, Kabupaten Blitar untuk mengevaluasi kinerja kondensor hasil desain. Alat distilasi dan separator yang digunakan adalah sama dengan yang ada di Desa Kesamben.

Hasil eksperimen laboratorium menunjukkan pada selang waktu 0-2 jam, pemisahan minyak nilam-air memberikan perbedaan signifikan pada temperatur 60°C. Ini menunjukkan bahwa pengembunan uap tidak memerlukan pendinginan ekstrim hingga embunan mencapai temperatur ruang. Ini sangat berarti terhadap penghematan energi untuk pendinginan uap campuran minyak atsiri nilam dan air. Data eksperimen inilah yang dijadikan dasar desain kondensor.

Desain kondensor didasarkan pada model aliran uap. Densitas uap yang sangat kecil menyebabkan uap akan selalu bergerak ke atas. Setiap pipa dihubungkan satu sama lain agar uap yang tidak dapat ditampung di pipa pertama akan ditampung di pipa berikutnya sehingga beban kondensor menjadi merata. Posisi pipa dibuat miring agar uap yang telah terkondensasi dapat mengalir secara gravitasi dan akhirnya keluar sebagai kondensat pada outlet. Pada outlet di pasang kontrol temperatur yang dihubungkan dengan pipa sirkulasi. Pompa akan menyala dan mengalirkan air pendingin ke bak kondensor jika temperatur kondensat melebihi 60 °C. Kondensor terdiri dari 9 pipa dengan diameter 1,5 inci dimana panjang pipa adalah 3,6 meter dan jarak antar pipa adalah 25 cm.

Uji coba kondensor menunjukkan bahwa pada umur daun yang sama maka konsentrasi rata-rata minyak nilam dalam air dengan pendinginan 60°C lebih rendah dibandingkan pendinginan sampai temperatur ruang. Jika dibandingkan pengaruh umur daun terhadap konsentrasi minyak dalam air pada kondensat terlihat bahwa konsentrasi minyak dalam air berbanding terbalik dengan umur daun. Umur daun yang lebih tua menghasilkan warna air kondensat yang lebih jernih dibandingkan dengan daun segar.

Hasil uji coba terhadap rendemen juga membuktikan bahwa rendemen yang diperoleh dengan pendinginan pada temperatur 60 °C memberikan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendinginan pada temperatur ruang. Selain itu juga dapat diketahui bahwa rendemen minyak yang diperoleh relatif lebih tinggi pada umur daun yang lebih tua.

Jika ditinjau dari warna minyak yg dihasilkan, terlihat bahwa warna minyak pada pendinginan temperatur ruang lebih keruh yang menunjukkan adanya pengotor. Hal ini karena pada temperatur rendah menyebabkan minyak mempunyai viskositas yang lebih tinggi dan akan meningkatkan kemampuan minyak untuk mempertahankan sejumlah besar droplet air dan pengotor lainnya dibandingkan dengan minyak dengan viskositas rendah. Dari uji coba ini juga diketahui bahwa pada pendinginan 60 °C dihasilkan pengotor dimana pengotor ini tidak nampak jika pendinginan dilakukan pada temperatur ruang. Pengotor ini yang menyebabkan warna minyak pada pendinginan temperatur ruang terlihat lebih keruh. Jumlah pengotor ini dapat mencapai satu liter untuk setiap kali penyulingan yang membutuhkan daun nilam kering 200 kg.

Data-data lapang yang diperoleh di tahun pertama ini akan dijadikan sumber evaluasi untuk optimalisasi kondensor di tahun kedua termasuk sebagai data awal untuk mendesain separator.

SUMMARY

In general, distillation of patchouli leaves practices that exist in society is still very conventional. Though, distillation process is a very complex process that require a scientific study to produce an optimal process. With the potential of Indonesia as the largest supplier of patchouli oil for the world needs, it is need to develop distillation practices based on technology that has proven scientifically .

Steam distillation process of patchouli leaves consist of three processes, namely refining, condensation and separation of the oil from the mixture. Operating conditions on the condensation is one of the important parameter to prevent decomposition of patchoulie alcohol as an active compound of patchouli oil. In addition, the condensation process also requires cooling water that need a certain amount of energy, so that a review of the optimum condensation needed as it relates to the production cost. In practices in society, condensation conducted until the condensate temperature reaches room temperature.

Therefore, in the first year of this study aims to design and construction of the condenser to condense patchouli oil - water vapor mixture . Laboratory experimental data ie. an optimum temperature for patchouli oil - water separation used as the basis for determining the condensate

temperature. The optimum temperature was determined by the temperature which gives the lowest value of turbidity in the water. Turbidity values were calibrated to determine the oil concentration in the water. To determine the performance of the designed condenser, a couple of things that were reviewed are patchouli oil concentration in water condensate, oil yield and oil color. These data are compared to the distillation result using condenser in the Kesamben village, Blitar. Distillation and separator apparatus used are similar with the apparatus in the village Kesamben.

The result of laboratory experiment showed that in the interval of 0-2 hours, patchouli oil - water separation provide a significant difference in the temperature of 60 °C. It suggests that vapor condensation does not require extreme cooling until room temperature. It is very significant to energy saving. This experimental data is used as the basic design of the condenser

Design of condenser design is based on the steam flow model. Density of vapor is very small causing the steam will always move upwards. Each pipe connected to one another so the steam that can not be accommodated in the first pipe will be accommodated in the next pipe condenser so that the load to be evenly distributed. Pipes were made in incline position so that the condense steam can flow by gravity and out as condensate at the outlet. Temperature control installed at the outlet and connected to circulation pipe . Pump will turn on and drain the cooling water to the condenser bath if the condensate temperature exceed 60 °C. The condenser consists of nine 1.5 -inch diameter pipe where the pipe is 3.6 meters long and the distance between the pipe is 25 cm.

Condenser trials showed that the leaves at the same age, give an average concentration of patchouli oil in water is lower in the cooling water of 60 °C than cooling at room temperature. Comparison of the effect of leaves age on the concentration of oil in the condensate water is seen that the concentration of oil in water is inversely proportional to the age of the leaves. Dry leaves produce condensate water color is clearer than fresh leaves.

Experiment result also prove that the recovery yield obtained by cooling at 60 °C provide a higher yield than the cooling at room temperature. It also can be seen that the oil yield obtained relatively higher in dry leaves.

Observation to the oil color showed that oil color in the cooling at room temperature is more turbid that indicate impurities . This is because low temperature causing oil has a higher viscosity and will increase the ability to maintain a large number of droplets of water and impurities in comparison with low viscosity oil. The experiment also showed that the cooling at 60 °C produce impurities where the impurities are not visible if the cooling is done at room temperature. This impurities cause the color of the oil in the cooling at room temperature is more turbid. The volume of impurities can reach one liter for each time refining that require dry patchouli leaves 200 kg.

Field data obtained in the first year will be used as a source of evaluation for optimization of the condenser in the second year including the initial data for separator design.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute (API) (February 1990). *Management of Water Discharges: Design and Operations of Oil-Water Separators* (1st Edition ed.). American Petroleum Institute.
- Badan Standarisasi Nasional (2006), SNI minyak nilam, <http://pustan.bpkimi.kemenperin.go.id/files/SNI%2006-2385-2006-Minyak%20Nilam.pdf>, diakses pada tanggal 28 Nopember 2013
- Castellan, G.W.; (1964) *Physical Chemistry*; Addison-Wesley Pub. Co
- Deguerry F., Pastore L., Wu S., Clark A., Chappell J., Schalk M. (2006). "The diverse sesquiterpene profile of patchouli, *Pogostemon cablin*, is correlated with a limited number of sesquiterpene synthases". *Archives of Biochemistry and Biophysics* 454 (2): 123–136.
- Gilbert William Castellan, G.W. (1964); *Physical Chemistry*, Addison-Wesley Pub. Co.
- Kern, D.Q.; (2001) *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co
- Kiyohara H, Ichino C, Kawamura Y, Nagai T, Sato N, Yamada H. (2012) Patchouli alcohol: in vitro direct anti-influenza virus sesquiterpene in *Pogostemon cablin* Benth.; *J Nat Med*. 2012 Jan;66(1):55-61. Epub 2011 Jun 14.
- McCabe, W., Smith, J. (2004) *Unit Operations of Chemical Engineering* McGraw Hill Publication (Seventh Edition)
- WALTER L. BANCHERO W.L.;BADGER , J.T. (1955) ; *Introduction to Chemical engineering* ; McGraw Hill
- Rose, A., Rose, E; (1956) *The Condensed Chemical Dictionary*. Reinhold Publishing Corporation.
- Saunders, E. A. (1988). *Heat Exchanges: Selection, Design and Construction*. New York: Longman Scientific and Technical.
- Schwetzer, P.A.; (1988) *Handbook of Separation Technique*, McGraw-Hill Book Co
- Sushardi (2003) *Teknologi Mempercepat Umur Panen Dan Perlakuan Pengeringan Untuk Meningkatkan Rendemen Dan Kualitas Minyak Nilam*, Prosiding Penerapan Teknologi Tepat Guna Dalam Mendukung Agribisnis
- Treyball, R.E. (1981) *Mass transfer operations*, third edition, International ed, McGraw Hill Book Co

Vogel, A.I. ; Tatchell, A.R., et al (1996); Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, 5th Edition; Prentice Hall |

